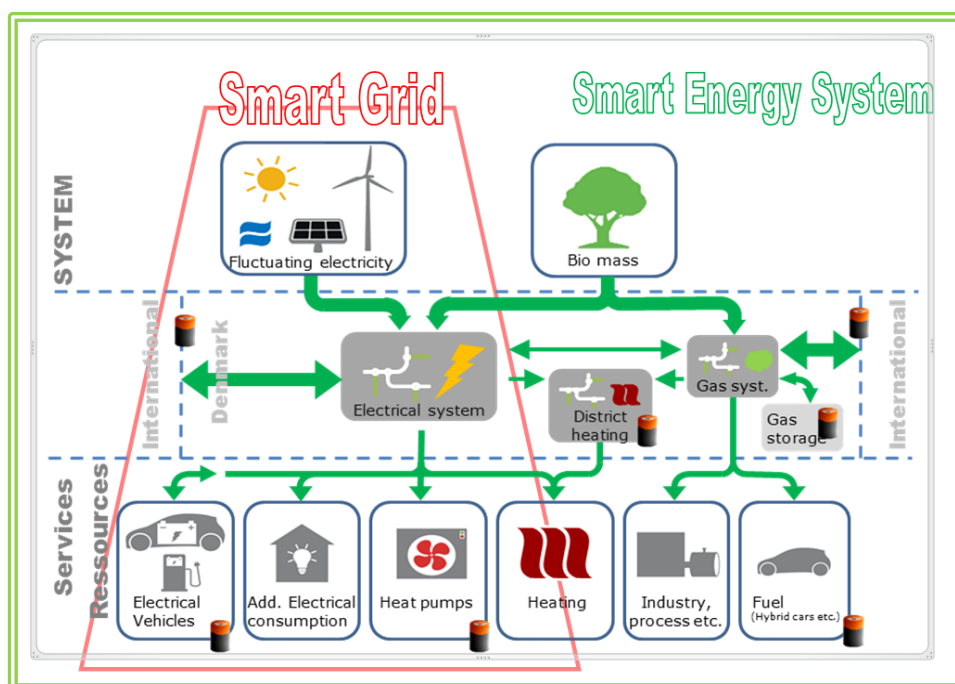


SMART GRID FORSKNINGSNETVÆRKET

Roadmap for forskning, udvikling og demonstration inden for Smart Grid frem mod 2020

22. januar 2013



INDHOLDSFORTEGNELSE

Forord	s. 3
Indledning	s. 5
Kapitel 1: Elsystemet	s. 8
Kapitel 2: Energimarkeder	s. 12
Kapitel 3: Komponenter	s. 17
Kapitel 4: Forbrugere	s. 20
Kapitel 5: Informations- og kommunikationsteknologi, IKT	s. 24
Kapitel 6: Fremtidens samlede energisystem	s. 28
Kapitel 7: Forskningsudviklingens støtteprogrammer	s. 32
Kapitel 8: Roadmap for forskning i og udvikling af Smart Grid	s. 34
Bilag	s. 35
Noter	s. 36

FORORD

Dette roadmap er blevet til som konsekvens af delanbefaling nr. 25 i *"Hovedrapport for Smart Grid Netværkets arbejde"*, der blev udarbejdet af Smart Grid Netværket til Klima-, Energi- og Bygningsministeriet i oktober 2011. Af denne delanbefaling fremgår det:

"25. delanbefaling – Roadmap for forskning, udvikling og demonstration inden for Smart Grid

Det anbefales, at sektoren inviterer ministeriet til at medvirke i udarbejdelsen af roadmap for at sikre implementering og harmonisering med beslægtede policy områder, samt tager initiativ til at nedsætte et hurtigt arbejdende udvalg med deltagelse af universiteter, energiselskaber og industri med henblik på at fremkomme med en gensidig forpligtende køreplan for FUD af Smart Grids i Danmark.

Tidsmæssig prioritering af delanbefaling: 2011-2012

Ansvar for implementering af delanbefaling: Universiteterne tager initiativ til sammen med relevante aktører fra branchen at få nedsat en arbejdsgruppe med henblik på, at der inden udgangen af 2012 foreligger en konsolideret roadmap."

I arbejdet med nærværende rapport har Smart Grid Forskningsnetværket særlig fokuseret på delanbefaling 26, 27 og 28 i *"Hovedrapport for Smart Grid Netværkets arbejde"*, der omhandler henholdsvis Styrkelse og markedsføring af forskningsinfrastruktur, som kan gøre Danmark til en global hub for Smart Grid udvikling; Styrkelse af grundlæggende forskning i komplekse sammenhænge i elsystemer med store mængder af uafhængige aktører; Øget forståelse af brugeradfærd og socioøkonomi. I sagens natur har arbejdet undervejs bredt sig til tilgrænsende områder. Arbejdet er gennemført af Smart Grid Forskningsnetværket:

Forfattere:

Anders Troi, DTU
Bo Nørregaard Jørgensen, SDU
Emil Mahler Larsen, DTU
Frede Blaabjerg, AAU
Gert Læssøe Mikkelsen, Alexandra Institut-
tet
Hans Peter Slente, DI Energibranchen
Henrik Madsen, DTU

Jacob Østergaard, DTU
Johanne Mose Entwistle, Alexandra Institut-
tet
Niels Christian Nordentoft, Dansk Energi
Peter Meibom, Dansk Energi
Rune Hylsberg Jacobsen, AU
Sune Thorvildsen, DI Energibranchen
Ulrik Jørgensen, AAU

Medforfattere:

Arne Hejde Nielsen, DTU
Carsten Strunge, Energinet.dk
Chresten Træholt, DTU
Henrik Bindner, DTU

Kai Heussen, DTU
Mads Lyngby Petersen, Energinet.dk
Petar Popovski, AAU

Observatører:

Eskild Stub Larsen, Klima, Energi- og Bygningsministeriet

Maria Hilligsøe Stubberup, Udenrigsministeriet

Jens Brandt Sørensen, Klima, Energi- og Bygningsministeriet

Mette Vingaard, Energistyrelsen

Jeanette Møller Jørgensen, Energinet.dk

Hanne Thomassen, Energistyrelsen

Redaktion:

Susanne Pouline Svendsen, DTU

Moira Eléanore Perrier, DTU

INDLEDNING

I energiaftalen marts 2012 blev parterne enige om at få udarbejdet en strategiplan for smarte elnet i 2012. På flere områder er der allerede sideløbende sat strategiske fællesinitiativer i gang, som på forskellige områder anviser anbefalinger for det videre arbejde med udviklingen af Smart Grid og udnyttelsen af dets potentialer. Som eksempler kan nævnes branchefællesskabet Intelligent Energi, DanGrid samarbejdet mellem Dansk Energi og Energinet.dk, DI Smart Grid Netværket samt nærværende Smart Grid Forskningsnetværk.

Smart Grid Forskningsnetværket vil med denne rapport bidrage til at identificere de områder, hvor der er behov for at fokusere indsatsen inden for forskning, udvikling og demonstration (FUD). Der er primært lagt vægt på aktiviteter i perioden frem til 2020. Flere af aktiviteterne ses som forudsætninger for implementeringer i perioden efter 2020.

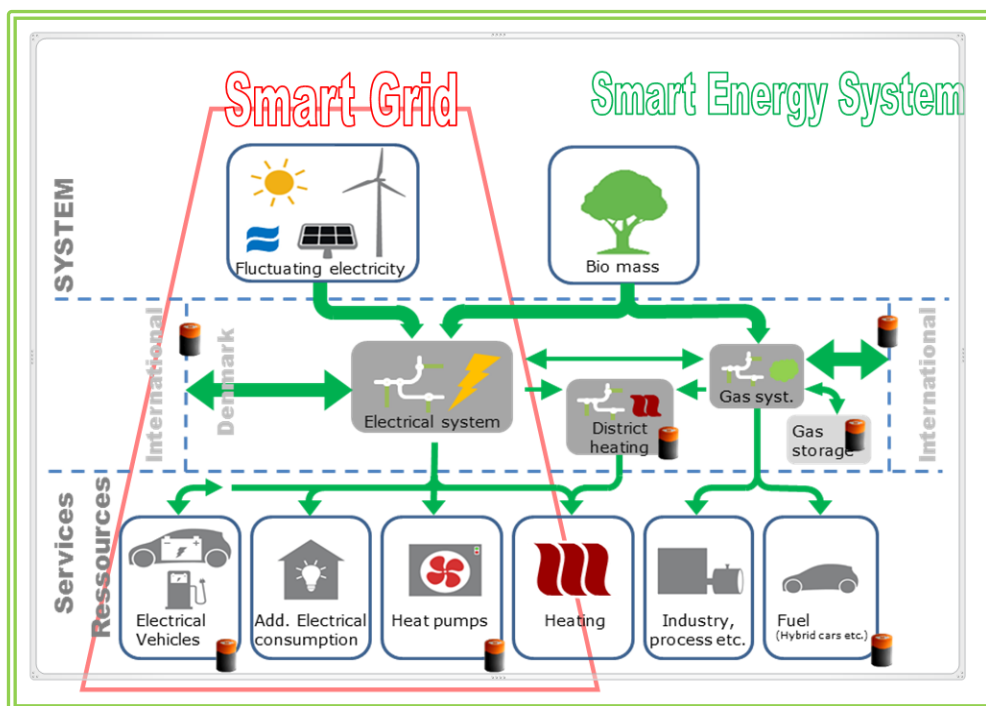
I anbefalingerne er der fokuseret på områder, hvor danske forskningsinstitutioner og videncentre har en betydende viden og kan yde væsentlige bidrag såvel nationalt som internationalt. Der er samtidig lagt vægt på, at det er områder, der kan tiltrække udenlandske investeringer og understøtte en vækst dagsorden. Anbefalingerne tager ikke stilling til reguleringer, afgifter eller lignende. Det skal dog pointeres, at disse forhold kan have afgørende indflydelse for udbredelsen af de enkelte teknologier og løsninger.

Sammenfatning

Det fremtidige energisystem, der er baseret på en høj grad af fluktuerende vedvarende energikilder, kræver en ny funktionel opbygning for at kunne udnytte energikilderne på optimal vis. Det fremtidige intelligente energisystem vil i høj grad være baseret på et samspil mellem forskellige energikilder og transmissionssystemer. Det vil ligeledes være en forudsætning for udviklingen af fleksible ydelser i elmarkedet, at teknologierne udvikles og demonstreres, herunder kommunikations- og styringsteknologierne.

El forventes at blive den dominerende energibærer på langt sigt, og elsystemets udvikling til et intelligent system er på kort sigt forudsætningen for integration af en stor andel af fluktuerende vedvarende energi - med vindkraft og solceller som de væsentlige bidragydere.

De første skridt i en transformation af energisystemerne vil være fokuseret på elsystemet (Smart Grid). I det omfang, det er økonomisk og samfundsmæssigt hensigtsmæssigt, skal der allerede i dette forløb tænkes i et fremtidigt samspil med andre energi-infrastrukturer såsom gas, fjernvarme og transportsektorerne. Det skyldes, at Smart Grid kun er en delmængde af fremtidens "smart energi", hvor Danmark er helt uafhængigt af fossile brændsler.



Udvalgets foreløbige observationer retter sig mod fem delområder, der hver især nok har særlige udfordringer, men i høj grad er knyttet sammen af overordnede systembetragtninger. Prioriteringerne i de fem delområder beskrives kort i det følgende, og gennemgås herefter grundigt i separate kapitler.

Kapitel 1: Elsystemet

Hovedprioriteringen i elsystemet er at sikre, at leverings-sikkerheden opretholdes på det niveau, der er samfundsmæssigt nødvendigt samtidig med at elsystemet omstilles til at være baseret på vedvarende energikilder. Det indebærer, at der skal sikres viden inden for opretholdelsen af sikkerhed og robusthed i elsystemet - fx i relation til systemets stabilitet og pålidelighed - sikres en optimal udnyttelse og drift af nettet - fx i relation til maksimal udnyttelse af nettets kapacitet - samt sikres optimering af samspillet mellem ressourcer i elsystemet ikke mindst i ikke-normale driftssituationer.

Kapitel 2: Energimarkeder

Hvis prioriteringen på energimarkedsområdet skal indsnævres, anbefales det at fokusere på nye markeder, f.eks. DSO-markeder og på strukturen samt dynamikken mellem nye og eksisterende markeder på forskellige tidsskalaer. Dertil kommer udfordringer for markedsintroduktion af vedvarende energikilder på vej mod 100 %, hvoraf hovedparten fortsat er understøttet med særlige støtteordninger og specielle tariffer. Der anbefales også forskning i dynamiske afgifter og tariffer samt øget brug af probabilistiske metoder i driften af elmarkedet. Finansieringen af den grønne omstilling og forretningsmodellerne for fleksible elforbrugsløsninger bør også undersøges. I et dereguleret system vil der desuden opstå nye markedsstrukturer, hvor flere operatører og serviceudbydere vil tilbyde services til såvel professionelle som private forbrugere. Services, der både understøtter systemets funktion, og giver

kunderne nye typer ydelser. Endelig er forbrugermarkeder og reguleringer et emne, der bør prioriteres.

Kapitel 3: Komponenter

Hovedprioriteringen vedrørende komponenter er udvikling af intelligente funktioner i apparaterne. Funktioner, der både kan monitorere net og belastning samt give feedback til producenter om apparaternes drift, så de får et klarere billede af apparaternes "mission profile". Samtidig skal apparaterne kunne forudse egne interne fejl. Udviklingen skal til stadighed gøre apparaterne billigere og mere pålidelige med henblik på at reducere Cost of Energy, og den skal fremme energi-effektivitet, der vil give en naturlig markedsmæssig implementering af Smart Grid-funktionelle apparater.

Kapitel 4: Forbruger

Smart Grid er karakteriseret af i et vist omfang at være afhængigt af, at der foregår en aktiv regulering af elforbruget hos forbrugerne. Omstillingen er derfor afhængig af en gradvis indførelse af intelligente produkter i hjemmene. For at den udvikling skal påvirke adfærden i forhold til energi, er udviklingen afhængig af, at forbrugerne accepterer og forstår den. Blandt andet kan der i den forbindelse opstå forhold omkring privatliv og datasikkerhed, der behøver nærmere forståelse. Desuden skal forståelsen af forbrugernes motivationer og barrierer for at ændre forbrugsadfærd ligge til grund for udvikling af nye teknologi er og services.

Kapitel 5: IKT

Implementeringen af Smart Grid afhænger af at de rigtige IKT teknologier og kompetencer er til rådighed. For IKT området anbefales det derfor, at der initieres forskningsaktiviteter, der adresserer software arkitektur for aggregering af Prosumers, samt system robusthedsaspekter i relation til datasikkerhed, IT-system sikkerhed, opetid og fejl tolerance. Ligeledes anbefales det, at der startes aktiviteter der undersøger de længere rækkende konsekvenser af det igangværende standardiseringsarbejde på såvel europæiske plan som internationalt. Dertil er der behov for et øget fokus på et robust samspil mellem styrings- og kommunikationssystemer.

KAPITEL 1 ELSYSTEMET

Området elsystem omfatter det samlede forsyningssystem bestående af elnettet og de enheder og brugere, der er tilsluttet det. Både tekniske og merkantile systemaspekter spiller en central rolle inden for området.

Området spændes ud på flere måder. Det strækker sig over både transmissionsniveau og distributionsniveau, centrale og decentrale energiresourcer og over løsninger inden for både planlægning, design og drift af elsystemet. En central problemstilling som ofte fremdrages er balancering af forbrug og produktion i elsystemet, herunder både tekniske og markedsbaserede løsninger. Dette er dog kun en af flere centrale problemstillinger, hvor markeds løsninger indgår som et centralt løsningselement. For så vidt angår elsystemet spiller følgende problemstillinger en tilsvarende helt central rolle:

- Opretholdelse af sikkerheden og robusthed i elsystemet, fx i relation til systemets stabilitet og pålidelighed.
- Opretholdelse af tilstrækkelighed i takt med at elproduktionskapaciteten går mod 100 % vedvarende energi, som kan kræve kapacitet på det dobbelte eller mere
- Sikring af en optimal udnyttelse og drift af nettet, fx i relation til maksimal udnyttelse af nettets kapacitet.
- Optimering af samspillet mellem ressourcer i elsystemet, ikke mindst i ikke-normale driftssituationer.

Der er centrale sammenhænge til andre områder inklusive elmarkeder, forbrugeradfærd og IT/kommunikation.

Nuværende situation/baggrund

Der foregår et stort antal FUD-aktiviteter i Danmark inden for Smart Grid med specifikt fokus på elsystemer. Aktiviteterne spænder fra grundlagsskabende forskning til storskala-demonstration. (Se bilag A). De danske aktiviteter er kendetegnet ved:

- En tæt integration og samspil mellem forskning og demonstration.
- En vægt på demonstration, udvikling og anvendelsesorienteret forskning - i mindre grad langsigtet og grundlagsskabende forskning.
- En lang tradition for et stærkt samarbejde mellem universiteter/forskningsinstitutioner, energiselskaber og energiindustri.

Erkendte videnbehov

Der eksisterer et stort antal videnbehov inden for FUD-aktiviteter omkring elsystemet. Generelt er der behov for udvikling af nye teorier, metoder, værktøjer og modeller inden for power systems engineering, som inddrager de udfordringer, som eksisterer i fremtidens elsystem og spiller sammen med nye muligheder, som tilbydes inden for kommunikationsteknologi, computer science og automationsteknologi. Systemerne skal kunne understøtte synergier mellem forskellige vedvarende energikilder. Der er behov for forskning, som kombinerer power systems engineering med andre videnskabelige felter, fx kontrol teori, automation

technology, computer science, statistik, kunstig intelligens, numerisk analyse (e.g. sparse matrices metoder), systems-of-systems teori (SoSE), etc.

Det anbefales, at der fremadrettet fokuseres på områder, hvor vi fra dansk side kan gøre en international forskel og udnytte aktiviteterne til at løse centrale problemstillinger i det danske energisystem og som samtidig rummer potentiale for en stærk dansk erhvervsudvikling gennem en central international positionering og unik dansk videnbase.

Erkendte videnbehov som fra dansk side på kort sigt bør prioriteres, styrkes og videreføres (ikke rangordnet) på den korte bane:

- a) Driftsstøtteværktøjer og kontrolrumsløsninger, herunder online stabilitetsovervågning og -sikringsmetoder.
- b) Optimal anvendelse af systemkomponenter i nettet for stabilitet, i takt med at traditionelle synkrone generatorer udfases og erstattes af inverter-baseret produktion, fx fra vindmøller og solcelleanlæg.
- c) Aktive distributionsnet og interaktion med transmission, herunder systemer til systemintegration og indvirkning af elbiler, lagring, PV og andre DER-enheder.
- d) Netplanlægnings- og dimensioneringsværktøjer til Smart Grid-net, herunder konsekvens af mindre inertieffekt og kortslutningseffekt i elsystemet.
- e) Offshore (HVDC) forsyningsnet og deres systemsamspil.

Anbefalinger til forsknings-, udviklings- og demonstrationsindsatser

Følgende aktiviteter anbefales igangsat:

- Fra driften af transmissionssystemet forsvinder mange betydelige ressourcer (især centrale kraftværker) og erstattes af decentrale aktive elementer, som ikke er synlige for driften. Der er derfor behov for nye **driftsstøtteværktøjer og kontrolrumsløsninger**, der muliggør en sikker transmissionsnetdrift. Tilsvarende bliver distributionsnettene mere aktive og styrbare, og distributionsnet-operatørerne får et tilsvarende behov for nye typer værktøjer til overvågning (situational awareness) og styring af aktive distributionsnet med nye fleksible ressourcer og proaktiv udnyttelse af betydelige datamængder; fra nye sensorer (fx elmålere) til værktøjer baseret på de nye realtids-algoritmer, online optimeringsmetoder og forecasting systemer/ portaler. Metoder og systemer til **sikring af stabilitet** i fremtidens elsystem baseret på fluktuerende vedvarende energi primært fra inverter-baserede enheder. Der er behov for online værktøjer og metoder, der online i realtid kan overvåge et mere "levende" elsystem samt **styre kontinuerligt og "gribe ind" i nødsituationer**. PMU-teknologien og wide area monitoring and control systemer skal udvikles. Der skal udvikles metoder til at analysere og sikre pålideligheden af fremtidige net med nye ressourcer og flowmønstre i nettet.
- Der er et betydeligt samfundsøkonomisk potentiale i at udvikle **aktive distributionsnet**, herunder systemer til bedre kapacitetsudnyttelse af distributionsnettet, flaskehåndtering, dynamisk konfiguration etc. Området indebærer udvikling af origina-

le løsninger omkring state estimation, dynamisk netkonfigurering, dynamiske indstilling af relæer etc. Særligt bør nye teknologier og løsninger for interaktion mellem transmissionsnet og aktive distributionsnet udforskes. Danmark er allerede langt fremme på området med blandt andet flere store demonstrationsprojekter. Området indebærer også udvikling af micro grid teknologi, software agent teknologi og service-orienterede arkitekturer. Udviklingen omkring DC lavspændingsnet bør følges, og der bør være et beredskab til at forfølge området, hvis det viser sig relevant. Danmark er internationalt anerkendt for forskning og udrulning af systemer til optimal **systemintegration af elbiler og stationære energilagringsteknologier**. Især på elbils området - som er rimeligt komplekst pga. komplekse brugermønstre, dynamik i lokaliteten og med Danmark som ideelt udrulningsland - er der potentiale for udvikling af unikke løsninger.

- Det nuværende elsystem er udviklet og designet på basis af en række **værktøjer og metoder til planlægning og dimensionering**, fx i relation til netplanlægning, og sikring af tilstrækkeligt med systembærende egenskaber til stabile net. Disse værktøjer er udviklet baseret på årtiers erfaring og tager ikke højde for Smart Grid teknologierne, som ændrer planlægnings- og optimeringsmulighederne radikalt. Der er derfor behov for nye værktøjer, der inddrager blandt andet de nye fluktuerende ressourcer, de nye markedsbaserede løsninger og kommunikationsinfrastrukturer med givne egenskaber (pålidelighed etc.). I takt med at færre centrale kraftværker og andre synkrongenerator-baserede generatorer er i drift, vil **inerti og kortslutningsbidraget** fra disse forsvinde. Hvor driftsstøtteværktøjer og kontrolrumsløsninger bidrager til en mere optimal udnyttelse af elsystemers tilgængelige ressourcer, kan der i fremtiden være brug for et redesign af tilsluttede komponenter og udstyr. Der er derfor brug for viden om konsekvensen for og løsninger til opretholdelse af elsystemets spændings- og frekvensstabilitet med mindre inertie og kortslutningseffekt i elsystemet. Der forventes en række indvirkninger af PV, varmepumper og elbiler i LV/MV-nettene, som kræver nye analyser og løsninger med hensyn til fejlhåndtering, spændingskvalitet (PQ), kortslutningseffekt, spændingsprofiler etc.
- Danmark forventes at komme til at spille en central global rolle i udvikling af fremtidens nye (offshore) **HVDC forsyningsnet**, der skal vekselvirke med nye markeds løsninger og lokale aktive distributionsnet, samt kobles intelligent og driftsoptimalt til HVAC systemet, fx via multiterminaler. Der er derfor både behov og potentiale for udvikling af en række nye originale løsninger, som kan blive markedsledende.

Tidsmæssige anbefalinger til roadmap

Det anbefales, at de aktuelle aktiviteter inden for aktive distributionsnet som allerede er påbegyndt, videreføres og forstærkes på som angivet i gab-analysen. Særligt aktiviteter vedrørende energilegning i elsystemet bør prioriteres i de kommende år. Nye aktivitetsområder vedrørende driftsstøtteværktøjer, værktøjer og metoder til planlægning og dimensionering samt HVDC-net bør igangsættes fra 2014 og fremad.

Synergieffekter/mulige eksport- og beskæftigelseseffekter

For at udløse det erhvervsmæssige potentiale er det væsentligt, at der er de rigtige rammevilkår tilstede, da disse i stor stil er styrende for, om der kommer jobs, vækst og eksport. Derudover er følgende afgørende:

- Fortsat tæt samarbejde mellem universiteter/forskningsinstitutioner, branchen og industrien, som sikrer overførsel af viden og tæt dialog om udvikling af de teknologiske løsninger.
- Det er ambitionen, at Danmark er en driver for en international udvikling, og undgår kun at udvikle lokale danske løsninger, der ikke har et internationalt potentiale og forankring og som på sigt derfor ikke er bæredygtige. For at sikre dette er det vigtigt, at Danmark satser på internationale samarbejder, og at Danmark minimum bliver til Europæisk test-laboratorium. De store internationalt synlige demonstrationsprojekter fx Bornholm (EcoGrid EU), Kalundborg (Smart City Kalundborg) og Holsted (Celle projektet) samt PowerLabDK platformen, der har en meget stor international bevågenhed, skal spændes for denne vogn og udnyttes i denne sammenhæng. Eksisterende formidlingsaktiviteter etc. skal videreudvikles til i endnu højere grad at understøtte en sådan udvikling.
- Den første og vigtigste forudsætning for, at forskningsresultater kan bruges af virksomheder og munde ud i nye, konkurrencedygtige produkter og teknologier, er, at forskningsresultaterne er originale og af allerhøjeste kvalitet. Originaliteten opnås bedst ved, at forskere der sidder helt ude på kanten af, hvad vi ved i dag, får mulighed for at forfølge de konturer, hvor de kan se, vi mangler viden. Dette kræver et øget fokus og prioritering af den grundlagsskabende forskning, som ikke er målrettet et meget specifikt produkt eller teknologi. En sådan opprioritering af den grundlagsskabende forskning er en forudsætning, hvis der skal blomstre en dansk industri op på området, som er bæredygtig - også på sigt - og som kan være en fortsat driver for vækst, eksport og videntunge arbejdspladser. Alternativet er, at de lande hvor den originale udvikling sker, vil overtage det erhvervsmæssige potentiale.

KAPITEL 2 ENERGIMARKEDER

I det sidste årti har Europa været igennem en deregulering og liberalisering af energimarkederne og af detailhandelen med el. Smart Grid, i denne sammenhæng intelligente elnet, er det næste trin hen imod et økonomisk fornuftig 100 % VE-baseret elsystem, hvor hovedparten af elproduktionen og forbruget muligvis kommer fra mindre enheder og kunder, med forskellige grader af støtte og incitamenter. Der skal findes en løsning på, hvordan markedspladserne skal fungere, og hvor mange subsidierede teknologier kan konkurrere på en markedsplads med fri prisdannelse.

Virkeliggørelsen af Smart Grid kræver snarlige forbedringer i udformningen af elmarkedet og udvikling af nye markedsprocesser og forretningsmodeller. Uden grundlæggende viden og realisering af moderne energimarkeder - muligvis med fleksible priser, tariffer og afgifter - er det vanskeligt at forestille sig et driftssikkert, økonomisk og grønt elnet. I den sammenhæng skærpes behovet for at skelne mellem forskellige markeder for el ud fra, hvordan markederne er konstrueret, samt hvem der ansøres til at engagere sig i nye og mere risikable markeder. Her er det ikke blot pris/ydelse, der spiller ind, men også de mange andre forhold omkring udvekslingen mellem sælger og køber, som kan være indeholdt i en aftale.

En hovedprioritet i Smart Grid er skabelse af nye lokale **el-distributionsmarkeder**. De kan kun etableres på et solidt fundament med en fortsat udvikling af engrosmarkederne. Det vil således fortsat være en opgave at sikre en markedsudvikling, der kan bidrage til at realisere de fleksible ressourcer og dermed skabe rammen for en samfundsøkonomisk effektiv udveksling af energi. Ved at skabe mulighed for større fleksibilitet på elproduktionen og forbrugssiden, vil man kunne integrere større mængder vedvarende energi, elbilers strømforbrug og lokal produktion fra solceller.

Nuværende situation

Vores spot- og intradaysystemer udvikles fra primært at være baseret på det Nordiske markedssystem med den nordiske elbørs som omdrejningspunkt, til stigende markedskobling mod syd. Tilsvarende gælder udviklingen af markedet for reserver og regulerkraft til at balancere elsystemet. De langsomme **reserver og regulerkrafttydelser** er designet ud fra kraftværkers og decentrale kraftvarmeværkers evne til at regulere op eller ned. Alle markedsplatforme er udviklet for at understøtte elsystemer baseret på atomkraft og termiske anlæg med fossile brændsler. I takt med at Danmark vil have 50 og 100 % VE med hovedvægt på vindkraft og anden fluktuerende produktion, bliver markedspladserne udfordret.

Der har allerede i flere projekter været forsket i mulighederne for at etablere et fleksibelt forbrug, som vil kunne hjælpe med balancering af elsystemet. Indtil videre har fleksibelt forbrug været baseret på, at forbrugeren modtager et prissignal på en kortere tidsskala (fx 5 minutter) end elektriciteten er købt for på engrosmarkedet (fx 1 time), bl.a. for at opnå en bedre fordeling af forbruget og for at udnytte kapaciteten i nettet og produktionen. Der har været fokus på kommunikations- og styringssiden, mens en ændring i markedet med bl.a. varierende priser og ændringer af produktionstidsskalaen har stået i skyggen.

Fleksibelt forbrug kan handles i spotmarkedet, i regulerkraftmarkedet og endda som primær- og frekvensreserve (fx nogle af kraftvarmeværkernes elpatroner). Udfordringen bliver

at samle de mange mindre forbrugsenheder til et tilstrækkeligt bud i disse markeder. Den opgave påhviler **aggregatorerne** og de balanceansvarlige virksomheder. Et nyt initiativ, Smart Grid Danmark 2.0, der mobiliserer og nyttiggør fleksibelt elforbrug og -produktion fra mindre kunder er blevet udviklet af Energinet.dk og Dansk Energi. Dette initiativ sigter efter at etablere et velfungerende marked for handel med standardiserede fleksibilitetsprodukter. I første omgang forventes handel med fleksibilitet at foregå bilateralt, og i en mellempriode via en simpel markedsplads. Det er vigtigt platformen integreres med de eksisterende markedspladser, så de fleksible ydelser kan opnå maksimal mulighed for at skabe værdi.

Hvor udviklingen af engrosmarkedet er kendetegnet af internationale markeds løsninger, er situationen på detailmarkedet mere træg med brug af regulering og fravær af handel på tværs af landegrænser. Markedet blev ellers åbnet i 2003, så alle elforbrugere frit kunne vælge elleverandør, men Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen har i 2011 peget på en fortsat svag konkurrence og manglende dynamik. Flere elementer skal bidrage til at ændre billedet og bidrage til at understøtte Smart Grid-udviklingen. Det gælder:

- a) DataHub'en, som skal samle elkundernes måledata og understøtte leverandørskift.
- b) Engrosmodellen, der skal forbedre konkurrencen på elmarkedet, hvor elleverandører bliver de centrale aktører på markedet i forhold til forbrugerne. De skal levere ét samlet produkt, "leveret el", til forbrugerne, der består af både el-, net- og systemydelser.
- c) NordREG's (det Nordiske Ministerråd for Erhvervs-, Energi- og Regionalpolitik) vision om et harmoniseret nordisk detailmarked i 2015 med en engrosmodel som en fremtidig integreret del af det kommende markedsdesign.

Med sammenfaldet mellem den nordiske vision og det danske markedsdesign baseret på DataHub og engrosmodellen skabes et grundlag for, at Danmark kan bidrage til en accelerering af markedsudviklingen på detailmarkedet på nordisk plan.

Erkendte videnbehov

Man ved slet ikke, om de nuværende elmarkeder kan tilpasse sig til og dermed håndtere de kommende to årtiers dominerende mængder af svingende produktion uden driftssvigt og prisspidser, som medfører højere priser. Derfor skal man undersøge nye former for design af elmarkederne og procedurer for etablering af **markedslikevægt**. Af samme årsag skal der forskes i forskellige tidsopløsninger på day-ahead, intraday og reservemarkedet, og samspillet samt struktureringen mellem disse markeder og eventuelle distributionssystemoperatørmarkeder skal evalueres. Der bør være særlig opmærksomhed på hvilken markedsplads vindkraft og dennes usikkerhed bedst forhandles. Man bør undersøge realtidsmarkeder og markedsførelser af systemydelser. Mere specifikt skal man på området fleksibelt forbrug kontrastere prissignaler, bid/ask markeder og andre kontrakter. Hvis forbrugeren skal modtage tidsvarierende signaler, skal koblingen mellem disse signaler og produktion – både teknisk og betalingsmæssigt – evalueres igen. Samtidig med at effekten af større tidsopløsning undersøges, er der også behov for at undersøge forholdet mellem korttidsvariation og leveringsstabilitet på længere sigt, hvilket i dag afspejler sig i bl.a. kontrakter om kapacitet til backup, lagring og bufferløsninger, der kan stilles til rådighed ved svingninger i produktionen fra bl.a. vindkraft.

Det bliver også nødvendigt at undersøge dynamikken mellem forskellige markeder (elmarkeder, varme, CO2 handel osv.), lande (fx med flowbaseret markedskobling) og energikilder (fx brint, biomasse, gas osv.) over forskellige tidsskalaer.

Med involveringen af flere energiteknologier vil der også blive stillet nye krav til markedsudformningen. Disse teknologier bygger på en aktiv involvering af brugere både i form af husholdninger - der investerer i varmepumper - elbiler samt andre typer el-producerende udstyr, og i form af samarbejde mellem aktører på by niveau eller mellem virksomheder og boligforeninger. På markedet udveksles ikke blot varer, der betales til en given lokal og tidsmæssigt afgrænset pris, men i høj grad også leveringssikkerhed og kvalitet, som det tydeligt kommer til udtryk i de servicesystemer, der stilles til rådighed. Nye markeder på distributions-systemoperatør-niveau kan potentielt støtte dette samt være med til at udskyde udbygningen af distributionsnettet.

Forvandlingen af forbrugere til producenter skal undersøges. Hvis der er grænser for, hvor lille en distribueret produktion og et fleksibelt forbrug hos de såkaldte **prosumere** kan være, uden at økonomien går tabt, skal det fastslås, hvor de grænser ligger. Man skal også vurdere, hvordan prosumerne påvirker eksisterende større producenters markedsstyrke. Forretningsmodeller for fleksibelt elforbrug bør også valideres. Det indbefatter kontraktforholdene mellem aggregator og forbrugerne med fleksibelt elforbrug.

Hvordan elektricitet beskattes kan med fordel også undersøges, da afgifter udgør en stor del af elregningerne. Fleksible skatter og tariffer kan potentielt tilskynde kunderne til at ændre deres forbrug i takt med produktion fra VE-anlæg. Forskningen kan identificere optimale ideer, som er retfærdige og giver staten samme indtægt.

For at sikre finansieringen af den grønne omstilling skal der udvikles modeller, som kan tiltrække nye investorer såsom pensionselskaber.

Der skal sandsynligvis gøres øget brug af **probabilistiske metoder** i driften af elmarkedet. Forskning skal identificere nye indekser for forsyningssikkerhed og nye modeller for netværksberegninger, som kan bidrage til en mere omkostningsorienteret og pålidelig beregning af behovet for forskellige typer reserver.

Anbefalinger til forsknings-, udviklings- og demonstrationsindsatser

Overordnet set sker udviklingsforløbet på engrosmarkedet med et europæisk, markedsbaseret perspektiv for øje. Det sikrer, at danske producenter på sigt får adgang til større markeder og dermed vil kunne konkurrere med udenlandske producenter. Samtidig vil større markeder skærpe konkurrencen for levering af produkter til slutkunder, netvirksomheder og til Energinet.dk med afledt positiv effekt på samfundsøkonomien. Det bør fortsat gøres en indsats for at udvikle elmarkederne nationalt og internationalt med henblik på at åbne for, at flere aktører kan byde deres fleksibilitetsydelser ind.

Fremtidige forskningsprojekter i fleksibelt forbrug skal have mere fokus på ændring og optimering af selve markedet, da de nuværende projekter lægger hovedvægten på tekniske ud-

fordringer. Det indbefatter nye tidsskalaer på handelssiden og en reel – og ikke bare virtuel – omstrukturering af markederne.

Det er vigtigt at få markederne udformet, så de understøtter de nye teknologiske løsninger med tilpasninger til et sammensat energisystem med mange distribuerede producenter. I denne sammenhæng skal der forskes i forskellige løsninger, som tilsigter at skabe større stabilitet. En model er at arbejde med forskellige kontraktmodeller, der arbejder med salg af regulerkraft, backup-kapacitet m.v. Det indebærer en inddragelse af andre forhold end den primære optimering ud fra priserne. En anden er at forsøge at udbygge markedsmodellerne med handel af futures. Designændringerne handler dermed i høj grad om markedernes udformning. Her skal derivatløsninger belyses over for langtidskontrakter og andre aftaleformer. Her skal man se på incitamenter til innovation i lige så høj grad som på prisoptimering.

Med hensyn til et af de nye markeder, DSO markedet, vil det være attraktivt at få en eller flere netvirksomheder til at udvikle og afprøve en demonstration af en lokal markedsplatform for lokale fleksibilitetsydelse, som beskrevet i "Smart Grid Danmark 2.0" rapporten, med støtte fra forskningsinstitutter.

På den rent teoretiske side anbefales der forskningsprojekter med fokus på probabilistiske metoder i elmarkedet. Når teorien er lidt mere robust, kan man muligvis først demonstrere det i produktionsstyringen af reservemarkedet og derefter andre markeder.

Med hensyn til, hvor samarbejdspartnerne skal komme fra, vil det kunne give positive resultater for transmissionsoperatører og universiteter fra europæiske lande at samarbejde i nye demonstrationsprojekter, også med de lande - fx Storbritannien - som Danmark kommer til at handle med, hvis North Sea Offshore Grid bliver bygget. Inden for Skandinavien er det afgørende at få Nord Pool Spot involveret i fremtidige demonstrationsprojekter og udvikling af markedsdesignet og markedslikevægtsprocedurer, da de kontrollerer mange af markederne. Inden for Danmark skal der i det hele taget gøres en større indsats fra den private sektors side i form af deltagelse i nye demonstrationsprojekter.

Tidsmæssige anbefalinger til roadmap

To af de største Smart Grid projekter i Danmark med fokus på elmarkeder, Ecogrid EU og iPower, bliver afsluttet i henholdsvis 2015 og 2016. For at holde gang i udviklingen i Danmark skal der planlægges nye projekter allerede nu, så de kan komme i gang primo 2015. Hvis der aktuelt skal komme flere elbiler og 50 % VE til Danmark i starten af 2020'erne, er vi nødt til at blive enige om vores Smart Grid løsninger så snart som muligt.

Synergieffekter/mulige eksport- og beskæftigelseseffekter

Udviklingen af elmarkedet sker primært for samfundets skyld. Lavere elpriser og passende kundekomfort samt miljøhensyn er ofte en prioritet, så det er vanskeligt at forudsige direkte eksport- og beskæftigelseseffekter. Hvis Danmark for eksempel er først med fleksible priser til alle borgere, kan man muligvis forvente synergieffekter, hvor teknologiske nyskabelser og tjenesteydelser udviklet i Danmark kan eksporteres.

Mere specifikt kan man forudse, at der bliver udviklet software til styring af energiforbruget, fx apps til mobiltelefoner, som kan eksporteres til andre lande.

KAPITEL 3 KOMPONENTER

Komponenter er elektriske apparater, der muliggør styring af effekt/energi hurtigt og effektivt på el-produktionssiden, på transmissions- og distributionssiden og på forbrugssiden, hvorfor de indgår som vigtige dele i udformningen af Smart Grid. Det kan være komponenter til effekt-omformere for vindmøller, solceller, brændselsceller mm., aktive filtre, kompensatorer, fjernstyring af transformere til mellemspænding på el-nettet samt til apparater, der eksempelvis styrer elektromotorer (pumper, ventilatorer, kompressorer), husholdningsapparater, lys og varme. Komponenterne bliver stadig mere effektive og intelligente, således at de kan styre og overvåge systemet præcist samtidig med, at de får mere kommunikation og dermed styrbarhed for omverdenen via kommunikation, der enten er trådløs eller med kabel. Derudover har en række apparater så meget intelligens indbygget, at de snart kan overvåge el-nettet eller emnet, de styres på og dermed forøge drifts-sikkerheden. Endelig kan komponenterne udstyres med funktioner, der aktivt arbejder sammen med nettet for at fastholde frekvens og spænding, og de kan tilbyde funktioner som aktiv filtrering af harmoniske drift i ø-tilstand, hvilket kan give ekstra værdi for produktet.

Nuværende situation/baggrund

Danmark har i mange år været stærkt førende på energi-effektiviserings området via udvikling af effektive elektriske apparater, der kan spare betydelig mængder af energi. To teknologier er afgørende. Den ene er IKT - herunder software - som muliggør kontrol og interaktion med omverdenen, og den anden er effektelektronik, som effektivt kan omsætte elektrisk energi fra en form til en anden. Samtidig benyttes teknologien også til at styre solceller og vindmøller, hvorved de kan producere styrbar energi ind på nettet. Kombinationen giver intelligente, styrbare og effektive energisystemer, der er brugbare til at styre nettet. Endelig er der også større fokus på muligheden for at forbedre el-nettets performance ved at indsætte aktive komponenter såsom kompensatorer, aktive filtre og mere styrbare transformere. Virksomheder som Danfoss, Grundfos, Vestas, Siemens, KK-Electronics, ABB er kendte for denne teknologi, men også en række andre virksomheder producerer ud fra teknologien.

Kravene til komponenterne er mange og ikke mindst, hvor de på sigt skal tage del i netstyringen. Nøgleord som tilgængelighed, pålidelighed, beskyttelse og evne til at håndtere net-fejl er essentielle. Samtidig udfordres apparaterne udviklingsmæssigt af, at de skal være billigere, fylde mindre og være mere effektive.

Inden for såvel IKT som effektelektronik foregår mange aktiviteter, som kan understøtte udviklingen af disse produkter og anvende dem smart i nettet. På IKT-området er det kommunikation, elektronik, trådløs teknologi, styringsteknik, indlejrede systemer, pålidelig software, hvor et tæt samspil imellem forskningsinstitutioner og virksomheder, som pågår i udstrakt grad.

Inden for effektelektronik eksisterer et tæt samspil imellem industri og forskningsinstitutioner, hvilket blandt andet er operationaliseret via Center for Effektiv Energi Systemer (CEES), men også andre bilaterale initiativer er i gang. De seneste markante indsatser, som bidrager til udvikling af teknologien, er Center for Pålidelig Effektelektronik (Corpe), Højteknologi-Platformen Intelligent og Effektiv Effektelektronik (IEPE). Samtidig har region Syd etableret

et Cluster for Lean Energy, hvor de har samlet en række virksomheder til at igangsætte projekter og etablere fælles infrastruktur.

Der skal ske videre udvikling af vindmølleteknologi, andre VE-teknologier og elforbrug så de i højere grad kan levere **systemydelser**. Systemydelser fra disse teknologier skal kunne erstatte ydelser, som i dag leveres fra centrale kraftværker. Den måde, ydelserne defineres på og spiller sammen i systemet, skal også udvikles, så de særlige egenskaber af de nye ressourcer udnyttes optimalt. Flere teknologier viser sig at have en meget attraktiv business case. Danmark har blandt andet via vindmølleindustrien et ideelt afsæt for at levere globale løsninger og profitere på en indsats på dette område.

Erkendte videnbehov

Udviklingen af billige, pålidelige og styrbare apparater er helt afgørende for at kunne styre den vedvarende elektriske energiproduktion samt for at kunne styre forbruget dynamisk. Derfor er følgende mangler/udfordringer identificeret:

Apparaterne skal være stadig billigere med henblik på at opnå hurtigere indtrængning på markedet og medvirke til at reducere "Cost of Energy" for de el-producerende enheder. Samtidig kommer nye del-komponenter på markedet, som kan ændre betydeligt på layout og design af disse apparater, hvorfor helt nye design-metoder er nødvendige.

Kravene til styrings- og kommunikationsdelen af apparaterne bliver stadig større, og det er en udfordring at sikre, at de har software, som er afprøvet og tilstrækkelig pålidelig.

Der opbygges et net baseret på langt mere effekt-elektronik, der kan bidrage med harmonisk belastning/støj givet det ikke er standardiseret tilstrækkelig. Desuden sidder der typisk et filter imellem apparat og net, der giver en dynamisk interaktion imellem enhederne. Samtidig bliver langt mere af el-nettet fuldt kabellagt, hvorfor der er større og større risiko for resonans-problemer på nettet, som kan være stokastisk og kræver håndtering for ikke at ødelægge komponenterne og i princippet også nettet.

Funktionaliteterne i de elektriske apparater bliver stadig mere avancerede – eksempel på intelligente funktioner vil være at kunne forudse belastninger og problemer på nettet, men også at tilføre nettet flere styrings-muligheder. Dette er for eksempel at deltage i spændings- og frekvensreguleringen på nettet, aktivt at virke som filter mod harmoniske strømme, men også hvis ønsket er at klare Fails Ride Through og at fungere i ø-drift, hvis tilladt. De sidstnævnte funktioner er ikke udviklet i endelig form og ikke afprøvet i tilstrækkeligt omfang til at kunne sikre en pålidelig drift i alle tilfælde på nettet. Komponenterne kan også virke som sensorer på nettet og dermed levere information til centrale styringer. Dette kan også inkludere information om nettets tilstand inklusive at levere advarsler, hvis kritiske situationer opstår. Endelig vil en mere udstrakt grad af automatisering af reguleringen af transformere på el-nettet også kunne bidrage til forbedret performance.

Anbefalinger til forsknings-, udviklings- og demonstrationsindsatser

En række tiltag bør initieres for at fremme udviklingen af styrbare apparater på nettet:

- Design-værktøjer til optimering af elektriske komponenter, herunder inkludere deres forventede performance med nye del-komponenter, der kan udfordre den klassiske måde at designe et apparat på. For øjeblikket forventes det, at komponenterne vil kunne arbejde med en frekvens, der er ti gange højere end i dag.
- Udvikling af nye kontrol-metoder til elektriske komponenter, der lever op til fremtidige krav fra nettet samt effektiv styring af belastningen. Her tænkes også på muligheden for at udnytte systemydelser fra andre energikilder, herunder transport- og varme-sektoren.
- Afprøvning af de nye funktionaliteter på nettet med henblik på at kunne levere omtalte funktionaliteter – såvel i mindre som i større skala. Samspillet imellem solceller, varme-pumper og el-biler er også interessant i den forbindelse.
- Etablering af bedre test-værktøjer til software i komponenterne med henblik på at sikre høj software-pålidelighed og dermed apparat-pålidelighed.
- Analyse af elektriske og harmoniske fænomener ved udpræget brug af elektriske komponenter med effektelektronik, herunder værktøjer til at identificere kritiske konfigurationer og driftsforhold på nettet.
- Udvikling af intelligente funktioner i komponenterne, der både kan monitorere net og belastning samt give feedback til producenter om apparaternes drift med henblik på at få et klarere billede af komponenternes "mission profile". Samtidig gøres komponenterne i stand til at være forudseende omkring egne interne fejl.
- Være aktiv på standardiseringsarbejdet – både hvad angår forbrugssiden, men også mod nettet for at sikre, at komponent-producenterne og elsektoren har de bedste betingelser for at udvikle og producere services og komponenter.

Tidsmæssige anbefalinger til roadmap

Det anbefales, at de nye funktionaliteter inden ret kort tid afprøves i mindre og lidt større skala for at få afklaret apparaternes muligheder. Samtidig er det også presserende at få afklaret forholdene omkring harmoniske problemer på nettet, da dette på sigt kan betyde ændrede krav til nettet og apparaterne.

Synergieffekter/mulige eksport- og beskæftigelseseffekter

Virksomheder, der producerer elektrisk apparater, har i en del år været i konstant vækst, og det forventes, at det vil forsætte, idet effektelektronik og IKT vil indgå i stadig flere produkter. Som eksempel vokser markedet for effektelektronik til biler med to-cifrede vækstrater, og en styrket positionering vil give øgede muligheder for virksomheder.

KAPITEL 4 FORBRUGERE

Danske forbrugere er i dag vant til tilnærmelsesvis 100 % forsyningssikkerhed. Udfordringen i en overgang til Smart Grid bunder blandt andet i, at forbrugerne på nuværende tidspunkt ikke oplever et behov for Smart Grid. Det er med dette svære udgangspunkt, at forbrugerne på sigt skal blive et aktiv i stedet for at ses som et problem eller en belastning i fremtidens Smart Grid. For at kunne gøre det, må vi vide mere om, hvad der kan motivere forbrugerne til at ændre deres nuværende forbrugsadfærd og engagere sig i at installere udstyr og løsninger, som kan støtte denne ændring. Samtidig skal der udvikles teknologiske løsninger, som giver mulighed for at flytte forbruget tidsmæssigt.

Der vil i det følgende blive skelnet mellem husholdninger og små forbrugere også i rollen som prosumere - altså forbrugere, der også selv bidrager med produktion - og større virksomheder og institutioner, der opererer under anden regulering og på markeder, der i højere grad tager højde for størrelsen af deres energiforbrug.

Nuværende situation/baggrund

Gruppen af forbrugere består både af enkeltstående husholdninger, af virksomheder og af institutioner, som kan være mere eller mindre samarbejdende. Det tyder på, at større virksomheder og institutioner i højere grad forventes at kunne motiveres af økonomiske incitamenter, pga. størrelsen på deres mulige besparelser. Derimod forventes private forbrugere ikke at kunne have store økonomiske besparelser og bl.a. derfor skal de også have andre incitamenter end det økonomiske.

Fra tidligere forsknings- og udviklingsprojekter ved vi, at privat strømforbrug og ikke mindst private strømforbrugere er komplekse størrelser. Derfor kan motivationen for, hvad der får forbrugerne til at forbruge strøm, som de gør, sjældent blot reduceres til økonomiske eller miljømæssige motivationer (dette antages dog at afhænge af forbrugertype). Disse er blot nogle i rækken af motivationer og værdier, som har betydning for, hvorfor vi forbruger strøm, som vi gør, og hvad der kunne motivere os til at ændre adfærd. Andre er fx komfort, tid, bekvemmelighed, teknologi, leg og fællesskab, at gøre det rigtige, social identitet, tryk og sikkerhed i hjemmet samt design og æstetik. Endelig mangler der i udpræget grad teknologiske løsninger som komfortabelt og automatisk flytter forbruget tidsmæssigt eller ud fra et ønske om at engagere forbrugssiden af elektricitet; der mangler energirelaterede teknologier, der i højere grad støtter dette engagement. Det er netop forståelsen af brugernes motivationer og barrierer, som skal ligge til grund for udvikling af fremtidens effektive løsninger og marked.

Erkendte videnbehov

Det er tidligere undersøgt, hvor stor en skjult balanceringsreserve fleksibiliteten af energiforbruget i industrien udgør (priselastisk elforbrug hos de større elforbrugere, Dansk Energi Analyse A/S & Norenergi ApS, for Energinet.dk, august 2005), men der mangler avancerede processtyringssystemer, der kan udnytte denne energifleksibilitet uden at kompromittere produktionstiden eller kvaliteten. Et eksempel på et projekt, der adresserer denne problemstilling, er Smart Grid Ready Energiomkostningseffektiv Kunstlys-styring til Væksthusgartnerier under EUDP/GUDP programmerne.

Tidligere demonstrationsprojekter har haft karakter af at være primært målings- og overvågningsprojekter, som har bidraget med udviklingen af nye metoder og teknisk viden om forbrug. Disse projekter mangler dog viden om, hvordan forbrugerne motiveres til at ændre deres adfærd. Der har dog også været demonstrationsprojekter, som har involveret private forbrugere og deres hjem. Bl.a. eFlex, MCHA og Bolig for Livet har skabt kvalitativ viden om private forbrugeres motivationer og barrierer ift. at ændre forbrugsadfærd i hjemmet. Disse undersøgelser er dog begrænset i deres omfang og konklusioner.

Vi identificerer følgende videnbehov, der eksisterer ift. Smart Grid og forbrugere:

- a) Findes der forskellige modningsfaser for prosumer-transition til Smart Grid?
- b) Hvad er prosumeres behov og præferencer, som kan føre til nye former for involvering og engagement i fremtidens Smart Grid?
- c) Hvordan får vi omsat den eksisterende viden om forbrugernes praksis, motivationer og værdier til relevante produkter, services og markeder, der skaber involvering og værdi for brugerne og samtidig understøtter transitionen til et Smart Grid samfund?
- d) Antropologiske studier og udvikling af nye platforme, hvor forbrugernes optimering af energiforbrug i relation til fleksibilitet, energibesparelser og ønsker om miljøvenlig adfærd kan tilgodeses, fx gennem automatisering.
- e) Hvorledes vil markedet for større energiforbrugere kunne udvikles, så de motiveres til og understøttes i at gennemføre energibesparelser og indgår i en fleksibel tilpasning af bl.a. fordelingen af deres forbrug.
- f) Nye intelligente løsninger til komfortabelt og automatisk at flytte forbruget tidsmæssigt.
- g) Hvad er effekten på forbrugeres og prosumeres adfærd og involvering af forskellige Smart Grid-tiltag? Effekt forstås her som brugerens oplevelse af og tilfredshed med tiltag sammenholdt med den reelle effekt i form af fx nedsat CO2 udledning på individ-, virksomheds- eller samfundsniveau.

Anbefalinger til forsknings-, udviklings- og demonstrationsindsatser

Forskning

Designforskning i nye processer og metoder til omsætning af brugerindsigter til effektivt design af produkter, services og markeder.

Designforskning i effektive mekanismer ift. adfærdsændring gennem design. Fx 'nudging' som metode.

Forskning i nye metoder til effektmåling af Smart Grid tiltag, som kombinerer kvalitative/kvantitative data med (statisk og mobil) sensor- og målerdata.

Antropologisk, sociologisk og adfærdsspsykologisk forskning i brugernes (både private, virksomheder osv.) motivationer og barrierer ift. at ændre energiforbrugsadfærd.

Forskning i metoder til anvendelse af hyppige måleraflæsninger (evt. smart meters) til identifikation af, og rådgivning omkring muligheder for energieffektiviseringer (eksempelvis detektion af uønsket standby forbrug, muligheder for efterisolering og bedre regulering af energitilførslen).

Forskning i principper og metoder for prædiktion og styring (flytning) af forbrug, eksempelvis gennem variable priser.

Udvikling

Hvordan får vi omsat den eksisterende viden om brugspraksis og forbrugernes motivationer og værdier til relevante produkter, services og markeder, der skaber værdi og involvering for brugerne og samtidig understøtter transformationen til et Smart Grid samfund?

Udvikling af løsninger som enten automatisk og komfortabelt, eller baseret på en øget involvering og ejerskab giver en flytning af forbruget tidsmæssigt, således at det harmonerer med den øjeblikkelige produktion af vedvarende energi. Eksempelvis løsninger, som muliggør, at lavenergibygninger og bygninger med jord- og solvarme kan levere langt mere fleksibilitet end det, der er tilfældet med de eksisterende løsninger.

Demonstration

Vi anbefaler, at der udvikles Future Living Labs, hvor projekter kan skabe viden om, hvordan forbrugere og prosumere agerer under forandrede (fremtids) forhold? Rammerne skal være realistiske, således at den viden, der skabes, er baseret på aktuel praksis og ikke på tænkte scenarier. Udover realistiske Living Labs, kan man også skabe viden ved at anvende såkaldte prototypes, som kan provokere nye behov eller barrierer frem hos forbrugerne.

Demonstrationsprojekter og den tilknyttede følgeforskning kan give svar på, hvilke behov forbrugere og prosumere har under disse forandrede forhold. Hvordan påvirkes forbrugspraksis, og hvordan er fx forbrugeres accept-niveau ift. indeklime og belysning? Ydermere giver de viden om, hvad der motiverer til ny forbrugsadfærd. Denne viden er essentiel i udviklingen af eksisterende eller nye forbedrede løsninger.

Projekterne skal i stor udstrækning indeholde demonstration af teknologiske og IT-mæssige løsninger til tidsmæssig flytning af forbruget.

Vi anbefaler Living Lab-demonstrationsprojekter på hustandsniveau, kvarterniveau, almen boligmasse (lejlighedskomplekser), arbejdspladsniveau (kontor og produktion) og i forhold til transport. Eksempler på eksisterende Living Labs til demonstrationsprojekter: Grundfos Kollegium i Aarhus. www.grundfoskollegiet.dk, Energy Flex House, Teknologisk Institut. www.teknologisk.dk og Active House, www.vkr-holding.com.

En essentiel del af demonstrationsprojekterne bør naturligvis også være en både teknisk og kvalitativ effektvurdering af indsatsernes potentiale ift. Smart Grid.

Smart Grids grænseflader

Det anbefales yderligere, at Smart Grids rolle i forhold til de andre energisystemer tænkes ind i regi af Smart Cities, da vi antager at hoveddelen af fremtidens fleksibilitet vil ligge i regi af Smart Cities. Se mere om dette i kapitel 6.

Tidsmæssige anbefalinger til roadmap

Initiativer og projekter er delvist igangsat og skal opretholdes og styrkes. Nye initiativer inden for området bør igangsættes hurtigst muligt, da mange af fremtidens smarte løsninger skal baseres på viden om forbrugerne.

Synergieffekter/mulige eksport og beskæftigelseseffekter

Tilvejebringelse af viden om hvilke Smart Grid løsninger, der har effekt hos brugerne, samt hvordan konkrete tekniske løsninger kan bidrage til komfortabelt at flytte forbruget tidsmæssigt, vil danne grundlag for eksport af Smart Grid produkter og løsninger.

KAPITEL 5 INFORMATIONS- OG KOMMUNIKATIONSTEKNOLOGI (IKT)

I integrationen af decentrale energiressourcer (DER), såsom decentrale kraft-varmeværker, vindmøller, solceller, og prosumers - dvs. forbrugere, der kan regulere deres energiforbrug dynamisk - har IKT en essentiel funktion, da det er IKT, der sikrer kommunikationen mellem de enkelte enheder i elnettet samt sikrer, at disse agerer korrekt i forhold til at sikre systemstabiliteten. I tidligere udviklings- og demonstrationsprojekter har anvendelsen af IKT dog primært været applikationsorienteret, og der har således ikke været særskilt fokus på at udvikle de IKT teknologier og kompetencer, der er essentielle for udviklingen af avancerede Smart Grid løsninger. Aktuelt er der derfor behov for en fokuseret indsats omkring IKT for at sikre, at de nødvendige IKT-kompetencer er til rådighed for udviklingen af fremtidige Smart Grid komponenter og systemløsninger.

Nuværende situation/baggrund

Ved omstillingen til Smart Grid øges kompleksiteten af det samlede elsystem gennem den forskelligartede karakter af indbyrdes forbundne komponenter og delsystemer. Dette stiller krav til, at den grundliggende Smart Grid arkitektur er robust over for funktionsafvigelser og trusler mod IT-sikkerheden, så systemfejl og deraf følgende net-nedbrud forhindres¹. Ved introduktionen af Smart Grid bliver elnettet som samfundskritisk infrastruktur, kommunikationsmæssigt ændret og åbnet på en måde, der, hvis ikke IT sikkerheden håndteres korrekt, giver muligheder for helt nye typer af terrorangreb. Da IKT er en grundlæggende teknologi for Smart Grid, vil IKT nedbrud have alvorlige konsekvenser for det samlede elnet, mht. system-operation og sikkerhed, markedshandel og datasikkerheden.

Introduktion af Smart Grid giver adgang til store mængder af driftsdata. Data, der blandt andet danner grundlaget for netvirksomhedernes og el-leverandørernes afregning af forbrugerne og Energinet.dk's balanceberegning med aktørerne samt oplysninger om flytning og leverandørskift. Foruden vigtigheden for de traditionelle spillere inden for elnettet giver disse data også muligheder for nye tjenesteudbydere (fx gennem adgang via Data Hub'en²). Udbuddet af sådanne driftsdata er vigtig for analyse af forbrugeradfærd og senere påvirkning af forbrugsadfærd via forskellige incitamenter. Data Hub'en kan dog ikke bruges til services for system-overvågning og operation af balancemarkedet, da Data Hub'en kun indeholder historiske data. Der vil derfor være behov for en lignende service, der kan levere realtidsdata.

På europæisk plan er der fokus på standardisering af kommunikationsprotokoller til Smart Grid³. Det nødvendige standardiseringsarbejde omkring Smart Grid kommunikationsprotokoller for distribution af prissignaler, annoncering af fleksibilitetskapacitet inklusive betingelser for udnyttelse af denne, udbudsforhandling for udnyttelse af fleksibilitetskapacitet, monitorering og kontrol af udbudt fleksibilitetskapacitet, samt autentifikation og autorisation af enheder koblet til Smart Grid er således igangsat af relevante standardiseringsorganer. Hvor det kan forventes, at det igangværende standardiseringsarbejde vil kunne imødekomme basale behov for trusler mod IT-sikkerhed, må det forventes, at mere avancerede Smart Grid løsninger vil medføre nye behov, der vil kræve en yderligere IKT-forskningsindsats.

Erkendte videnbehov

Med hensyn til standardiseringsarbejdet omkring kommunikationsprotokoller er der to overordnede anbefalinger⁴, der hovedsagligt bestemmer den overordnede udformning af åbne kommunikationssystemer: (a) opbygning af fleksible standarder (b) genbrug af eksisterende modne standarder, hvor det er muligt. Forbindelsen af enheder vil være domineret af trådløse standarder og Power Line kommunikationsstandarder (PLC). Dog vil brugen af eksisterende standarder ikke kunne garantere at imødekomme de høje krav, der stilles til Smart Grid applikationer med hensyn til både opetid, IT-sikkerhed og pålidelighed. Der er et signifikant teknologisk videnhul ved at anvende eksisterende trådløse og PLC standarder til at bygge resilient-forbindelser og netværk, der vil kunne skalere med antallet af tilsluttede Smart Grid enheder. Hvor der på europæisk og amerikansk plan er fokus på såkaldte self-healing-teknologier til at garantere opetid, IT sikkerhed og pålidelighed^{5 +6}, mangler der lignende initiativer på nationalt plan⁷. Generelt er der øget behov for at fokusere på IT-sikkerhed i relation i Elsystemet. Hvor der i elsystem sammenhænge er der mange års erfaring med elsystemrobusthed i relation til fejl i elsystemet, fejl identificeres og isoleres hurtigt, og manglende effektbidrag dækkes hurtigt af andre ressourcer, mangler der erfaring med betydningen af IT-sikkerhed i forhold til opretholdelse af robusthed af elsystemet.

Nuværende accepterede Smart Grid IKT-standarder giver kommunikations-funktionalitet og informationsmodeller på komponentniveau, men der mangler protokoller på højere niveauer, der direkte understøtter en serviceorienteret aggregering af Smart Grid enheder. På lignende vis mangler der for nuværende platform-koncepter, der muliggør konkurrencedygtig levering af Smart Grid-services.

Et andet videnbehov vedrører systematiske tilgange til kravspecifikation af kritiske og distribuerede IKT-systemer: Smart Grid transformationen af elnettet vil introducere en kompleks samfundskritisk infrastruktur, hvor kommunikationssvigt kan forårsage systemfejl. Resilient System koncepter, analyse- og designtilgange, der adresserer kombinationen af elsystemet og IKT-systemer, mangler. På nationalt plan er der initiativer i gang, som studerer resiliente kontrolsystemer i forbindelse med distribuerede systemer som fx inden for proceskontrol. Der er dog ikke kendskab til initiativer, som tager udgangspunkt i resiliente løsninger til Smart Grid.

Anbefalinger til forsknings-, udviklings- og demonstrationsindsatser

Følgende aktiviteter anbefales igangsat:

- At der på kort sigt **gennemføres storskala demonstrationsforsøg** med integration af decentrale energiressourcer og prosumere **for at afprøve, hvordan forskellige Smart Grid IT-standarder fungerer i praksis**, når disse indgår i det samme Smart Grid IT-system. Specielt bør der fokuseres på dysfunktionelle effekter, der måtte fremkomme som resultat af deres kombination og kombinationen med systemdrift og styring. Ligeledes bør der fokuseres på algoritmer og arkitekturer, der minimerer afhængigheder af kommunikation og øger autonomien i systemet for at overleve kommunikationsforstyrrelser og -nedbrud.

- At der initieres **forskning og udvikling inden for analysemetoder og softwareværktøjer** samt åbne kommunikations-/informationsstandards **til at identificere optimale kombinationer af decentrale energiressourcer og prosumere ved aggregering under forskellige markedsforhold** og under hensynstagen til årstid, afhængige variationer i forbrug og produktion. Det anbefales, at der som kriterium for metoder, værktøjer og standarder er et fokus på åbne arkitekturer og platformløsninger til at støtte innovationspotentialet.
- At der initieres forskning til bestemmelse af det påkrævede niveau af opetid, IT sikkerhed og pålidelighed for kommunikationsforbindelser, såvel som innovation i området for netværksteknologier og protokoller, der kan opfylde disse krav. Pålidelighedskravet bør ses i sammenhæng med **softwareteknologier til opbygning af såkaldte Resilient Systems**. I denne sammenhæng er det vigtigt at differentiere de forskellige aspekter af Smart Grid (transmission, distribution, home energy management systems (HEMS)), der kan lede til en omkostningsoptimeret kommunikationsløsning. Også her bør kontrolteknologier, der har minimumskrav til kommunikationsbehovet, identificeres og prioriteres i relation til nødsituationer.
- At der opbygges viden om metoder og strukturer til **opretholdelse af elsystemrobusthed i relation til IT-sikkerhed** i takt med at IT-sikkerhed bliver en stadig større trussel for elsystemets sikkerhed. En nærmere undersøgelse af de IT-sikkerhedsmæssige aspekter for Smart Grid i en dansk kontekst er således påkrævet. Heri skal det fremgå, hvorledes den **igangværende internationale standardisering finder anvendelse på dansk-tilpassede Smart Grid løsninger**, og i hvilken udstrækning ny forskning, udvikling og demonstration er påkrævet.
- En **øget forsknings- og udviklingsindsats** for softwareteknologier inden for området Resilient Systems gennem aktiviteter, der sikrer et dansk forskningsniveau på international højde med henblik på at udvikle **self-healing Smart Grid systemer**. Ligeledes bør der etableres platform-koncepter, der systematisk skal indarbejdes i Smart Grid applikationer og systemkomponenter i det omfang, hvor det er teknisk muligt.
- At der gennemføres undersøgelser i **etablering af en portal for data** der kan danne grundlag for pålidelig prognostisering af Smart Grid aktiver, som er styrende for et effektivt balancemarked.

Tidsmæssige anbefalinger til roadmap

Det anbefales, at aktiviteter i relation til systemrobusthed tidsmæssigt placeres i perioden 2015-2017, at aktiviteter i relation til analyse af konsekvenserne af igangværende standardiseringsarbejder tidsmæssigt placeres i perioden 2014-2016, samt at aktiviteter i relation til forskning og udvikling af modeller for aggregering af prosumers tidsmæssigt placeres i perioden 2014-2016.

Synergieffekter/mulige eksport og beskæftigelseseffekter

I betragtning af den store udbredelse af decentrale energi-ressourcer i Danmark, er det muligt at teste mange forskellige IKT-koncepter i praksis, hvilket giver en fordel i forhold til skabelse af viden og deraf afledt eksport i form af intelligent software løsninger.

KAPITEL 6 FREMTIDENS SAMLEDE ENERGISYSTEM

I løbet af de kommende år vil der blive mere og mere fokus på et sammenhængende energisystem og ikke blot et balanceret el-net med en høj andel af vedvarende energi. Det skyldes dels behovet for en samlet optimal udnyttelse af energi og behovet for at nedbringe anvendelsen af fossile brændsler i andre dele af energisystemet, dels de muligheder, der er for skabelse af bufferkapacitet og energilagring i andre dele af energisystemet, som er en stor udfordring i el-systemet.

Udviklingen i det samlede energisystem vil føre til, at flere enheder og anlæg bliver knyttet til både forbrugs- og produktionssiden. Herved skabes nye muligheder for sammenkobling samtidig med, at det på konkrete områder bliver nødvendigt at etablere disse koblinger af infrastrukturen. Det vil betyde koblinger mellem el-nettet, der er det primære fokus for Smart Grid, og andre energi-infrastrukturer såsom varme-net, gas-net m.v.

En af udfordringerne i denne sammenhæng er, at denne kobling meget ofte foregår i produktions- og forbrugsleddet, mens infrastrukturen ofte er parallelle. Koblinger findes fx i produktionsleddet i den samtidige produktion af el og varme (co-generation), der åbner for en styring af temperatur i fjernvarmeforsyningen som en måde at regulere produktionen af el, mens det i forbrugsleddet fx handler om muligheden for at lagre energi i elbiler og varmepumpesystemer med reservoirkapacitet. Samtidig indebærer dette fokus en øget interesse for inter-mediære institutioner og strukturer såsom byer, lokalområder, virksomheds-samarbejder og sammenslutninger af boliginstitutioner, der kommer til at spille en væsentlig rolle i at muliggøre denne integration af de forskellige dele af det samlede energisystem.

Nuværende situation/baggrund

Den nuværende situation er præget af en tidsforskudt udvikling omkring de forskellige energisystemer, hvor el-systemet har været længst fremme, men hvor de øvrige dele af infrastrukturen er i gang med eller starter på en tilsvarende udvikling. Dog har man i Danmark allerede en meget udstrakt kombination af el- og varmeproduktion i en række forskellige typer af både store og små værker, som giver gode muligheder for at koordinere. De i dag adskilte systemer udfordrer allerede behovet for at skabe en samlet planlægning af energisystemet, også selvom denne nødvendigvis må tage udgangspunkt i, at der er etableret en omfattende og adskilt infrastruktur, som ikke blot eksisterer som tekniske systemer med hver deres kriterier for udnyttelse, men også som økonomiske og institutionelle betingelser for forandring.

Parallelt med udviklingen af Smart Grid indsatsen er der foregået en inkrementel udvikling i energiudnyttelsen i byggesektoren. Det sker bl.a. på baggrund af, at flere kommuner eksperimenterer med og afprøver mere lokale løsninger på varmeforsyningen ved fx at promovere varmepumper eller decentrale varmeløsninger i kombination med lavenergi byggeri eller aktiv-huse. Denne udvikling i byggesektoren, især i relation til byens varmesystemer, foregår ikke i samspil med de nationale planer om Smart Grid, men sker ud fra andre – lokale – betragtninger om bæredygtig byudvikling. Disse lokale tiltag udfordrer derimod de aktuelle forestillinger om optimering af el-systemet og dets robusthed, med disse tegn på opbrud i varme- og elforsyningen på flere punkter lokalt. Der er således en udfordring i at koordinere disse parallelle udviklingsforløb.

Erkendte videnbehov

Hvis der både skal opnås en samlet effektivitet i energisystemet og en aktiv involvering af grupper af brugere af nettene - både i form af lokale forbrugere, som investerer i sammensatte energienheder, såvel som i lokalområder med boliger og samarbejdende erhvervsvirksomheder samt i infrastrukturer, som involverer byer og infrastrukturselskaber inden for transportområdet - er der behov for en forskning, der fokuserer både på aktive brugerroller og nye institutioner, som går på tværs af de eksisterende opdelinger af forsyningssystemer og -netværk og som ikke implicit betragter de involverede brugere (aktører) som relativt isolerede og passive forbrugere med en interesse, der primært knytter sig til forsyningssikkerhed og priser.

Der er i denne sammenhæng brug for at udvikle en forståelse af koblingen mellem Smart Grids og Smart Cities, der aktuelt udvikler sig som parallelle, men også overvejende autonome forløb, som er baseret på forskellige perspektiver og tilgange. Smart Cities har et bredere perspektiv end udvikling af selve energi-infrastrukturen og er i mindre grad orienteret mod markeds- og serviceudvikling, men diskuterer i højere grad byudvikling. Samlende kan en fremadrettet vision formuleres som Smart Energy Systems.

På det mellemlange sigt er der også brug for at gennemføre undersøgelser af nye samarbejdsformer mellem de forskellige energiudbydere og ejere af infrastrukturen, ligesom der er brug for en kortlægning af virkninger af afregnings- og tarifforhold, som hhv. kan fremme eller hæmme en højere grad af integration og optimering af udnyttelsen af energisystemet set under et.

Mens en optimering alene baseret på et fokus på Smart Grid vil kunne optimere udnyttelsen af elforsyningen baseret på udligning af varierende forbrug på dage såvel som længere perioder og en optimering af kapaciteten i el-nettet, vil en inddragelse af det samlede energisystem kunne åbne for en større grad af lagring og bufferkapacitet, ligesom en række energibesparelser vil kunne gøres mere relevante og attraktive både i produktionsleddet og hos forbrugere eller samarbejdende forbrugergrupper, der kan levere denne type ydelse til det samlede system. Her har varmesystemet typisk en større bufferkapacitet end el-systemet, hvilket giver de koblede løsninger et potentiale også i relation til optimering af Smart Grid el-systemet.

Anbefalinger til forsknings-, udviklings- og demonstrationsindsatser

Der er derfor behov for tre nye forskningstemaer i den kommende periode frem til 2020.

1. Det ene retter sig mod at anskue energisystemet som et samlet hele og ikke som enkeltstående dele i form af elsystem, gassystem, fjernvarmesystem etc. Her skal det undersøges om og på hvilken måde, der kan være behov for at restrukturere de institutioner, der arbejder med og regulerer de forskellige dele af energisystemet. Formålet er at undersøge reguleringen og rammerne for de forskellige dele af energisystemet, dets samarbejde samt mekanismer for markeds- og prisdannelse. Forskellige interesser i de forskellige dele af energisystemet kan føre til behov for nye reguleringsformer på basis af undersøgelser om hvorvidt de eksisterende strukturer og sty-

ringsmekanismer kan give anledning til suboptimering eller andre uhensigtsmæssigheder for det samlede energisystem.

2. Det andet skal handle om de nye roller, som forskellige aktører, der hidtil har været anskuet enten som enkeltstående forbrugere eller som kommercielle enheder, kan få i forbindelse med organisering omkring eksempelvis lokale energisystemer. Her vil der fx kunne fokuseres på den rolle som intermediære aktører, såsom byer og nye handelsselskaber kan spille. Der skal også ses på de måder, som forbrugere, virksomheder og andre aktører kan fungere som ejere af, både produktions- og forbrugsenheder i et samlet energisystem.
3. Det tredje handler om at sikre Danmarks styrkeposition inden for samlede og integrerede løsninger, hvor det er politisk vigtigt, at der udføres eksperimenter og udredninger, hvor forskere og industri kan modne de sammenhængende energisystemer og ikke mindst vise for omverden, at løsningerne er holdbare.

Der vil i forlængelse af forskningsarbejdet på mellemlangt sigt være behov for at etablere test, demonstrationer og eksperimenter i større skala, der bringer koblinger mellem forskellige dele af energisystemet i spil. Her er der grund til at se på forskellige dele af et samlet energisystem, som skal bringes i spil.

1. Et område udgøres af lokale løsninger, der er knyttet til koblingerne i forskellige energiformer og mulighederne for lagring og skabelse af substitutioner, som kan understøtte en samlet effektivitet og udnyttelse samt til besparelser i det samlede energiforbrug.
2. Et andet område udgøres af de særlige udfordringer, der er knyttet til at få transportens energiforbrug og transportbehovet koblet bedre til andre former for energiudnyttelse, så transportsektorens energiforbrug kan optimeres og knyttes tættere sammen med resten af energisystemet.
3. Det tredje område, der skal tages fat på, er den integrerede styring og regulering af et samlet energisystem med henblik på samlede reduktionsmål, både i forhold til energiforbrug og i klima- og miljøpåvirkning, der både skal opnås ved en styring - med henblik på at opnå en samlet effektiv energiudnyttelse - og ved energibesparelser.

Der er herudover et stort behov for yderligere forskning, udvikling og demonstration af teknologier til energikonvertering og lagring. En behandling af disse ligger i forlængelse af dette arbejde, og bør analyseres nærmere i efterfølgende udredninger.

Tidsmæssige anbefalinger til roadmap

Indsatsen på dette område vil mest foregå på niveauerne af eksperimenter, demonstrationer og udredninger samt i form af fremadrettet forskning, som åbner for bredere visioner omkring Smart Energy Systems og Smart Cities, hvor smart ikke blot refererer til styring og IT-systemer, men også inkluderer nye roller for brugere og operatører i disse udbyggede systemer.

På det praktisk instrumentelle niveau, der involverer eksperimenter med og demonstrationer af at skabe sammenhæng på lokalt niveau mellem energisystemerne omkring f.eks. koblinger mellem varme- og el-produktion og ved nye anlæg, der kan fungere som energilagring ved konkrete koblingsmuligheder, er der behov for at igangsætte en programvirksomhed med henblik på at udvikle grundlaget for et integreret energisystem til implementering med den første start allerede fra omkring 2017-18. Dette arbejde vil også indebære en fornyet interesse for den måde, markeder for energi bliver konstrueret og for de prisincitamenter, der indbygges i de integrerede systemer.

På forskningssiden er der behov for at lægge grunden for de nødvendige ændringer af den institutionelle struktur og forståelsen af de involverede aktører samt for at skabe et grundlag for at regulere og skabe markeder for integrerede energiydelser både mellem udbyderne og i relation til forbrugere og nye aktører, som agerer i begge roller. I denne forskning skal både perspektivet med nye roller for forbrugere, konstellationer af forbrugere, prosumere og inter-mediære organisationer videreføres med udgangspunkt i det samlede energisystem. Tidshorisonten for implementering er stort set den samme som ovenfor, men vil også pege frem mod udviklingsaktiviteter og demonstrationer for perioden efter 2020.

Synergieffekter/mulige eksport og beskæftigelseseffekter

Danmark har gennem årtier haft et stort eksportmarked knyttet til integrerede energisystemer, der både producerer varme og el (co-generation). Det er et område, der med udviklingen af Smart Energy Systems vil få tilføjet en styrings- og reguleringsmæssig dimension, hvilket vil åbne for nye muligheder for både teknologi og systemeksport. En væsentlig del af dansk produktion er knyttet ikke blot til produktion af vedvarende energi, men også til den integrerede produktion af varme samt til styring og regulering af både varmesystemer og energiudnyttelse. Der forefindes således allerede en etableret og solid base at bygge videre på både hvad angår eksportpotentiale og beskæftigelse.

KAPITEL 7 FORSKNINGSUDVIKLINGENS STØTTEPROGRAMMER

Nuværende situation/baggrund

Totalt set dækker de danske energiforskningsprogrammer hele innovationskæden fra strategisk forskning til udvikling til demonstration, mens aktiviteter omkring markedsmodning og lignende skal søges hos programmer, der ikke kun er dedikeret energiområdet.

Samtidig med at hele innovationskæden er dækket eksisterer der også en vis form for overlap programmerne imellem, hvilket sikrer FUD-aktiviteter ikke falder mellem to programmer.

Internationalt set er der også stor fokus på Smart Grid og i europæisk kontekst er der under FP7 flere udbud, som dækker behovet. Fremadrettet erstattes dette af Horizon2020, som forventes at fortsætte denne linje.

Erkendte behov

Siden 2010 har der været over 1 milliard kroner til støtte af dansk energiforskning. Disse midler støtter området bredt og ikke kun Smart Grid. Hvis Smart Grid skal bidrage til en grøn vækst dagsorden kræver det en fortsat væsentlig FUD indsats, som skal honoreres af støtteprogrammerne.

Nærværende roadmap giver et overordnet billede af FUD-behov på den korte bane inden for Smart Grid. Der kræves en yderligere indsats dels for at kunne identificeres konkrete initiativer og projekter frem til 2020 og dels antyde FUD-retningen frem til fx 2050.

En generel tendens er, at jo tættere på demonstration projekterne kommer, jo højere er støttebehovet. Flere teknologiområder og specielt komponentsiden er nu kommet så langt, at de rent faktisk skal demonstreres.

Store internationale FUD-samarbejder, der opnår bevilling under fx FP7, oplever ofte de beskæres i budget. Det kan efterlade et finansieringsbehov, som de danske partnere selv har svært ved at imødekomme. Derfor anbefales det, at de danske programmer er åbne for Top-up finansiering af europæiske projekter.

Anbefalinger til FUD-indsatser

De danske energiforskningsprogrammer skal fremadrettet prioritere Smart Grid højt og sikre dels ubrudt innovationskæde og dels hurtigt at få FUD-aktiviteter igennem innovationskæden. Dette kan fx ske ved fælles finansiering og koordinering af store FUD-projekter programmerne imellem. De danske programmer skal være åbne for FUD projekter, der også angår udvikling af modelværktøjer, antropologiske projekter for prosumer adfærd og lignende ikke-tekniske behov.

Forskningsnetværket skal med udgangspunkt i afsluttede og igangværende FUD-projekter analysere hvilke nye projekter, der er nødvendige for at nå det politiske mål om et dansk Smart Grid i 2020. Endvidere skal analysen også pege på de væsentligste indsatsområder inden for Smart Grid frem til 2050.

Det skal være smidigt at opnå samfinansiering mellem europæiske og danske støttemidler. Fx skal det være muligt løbende at kunne ansøge om samfinansiering uafhængigt af de nationale udbuds tidsfrister.

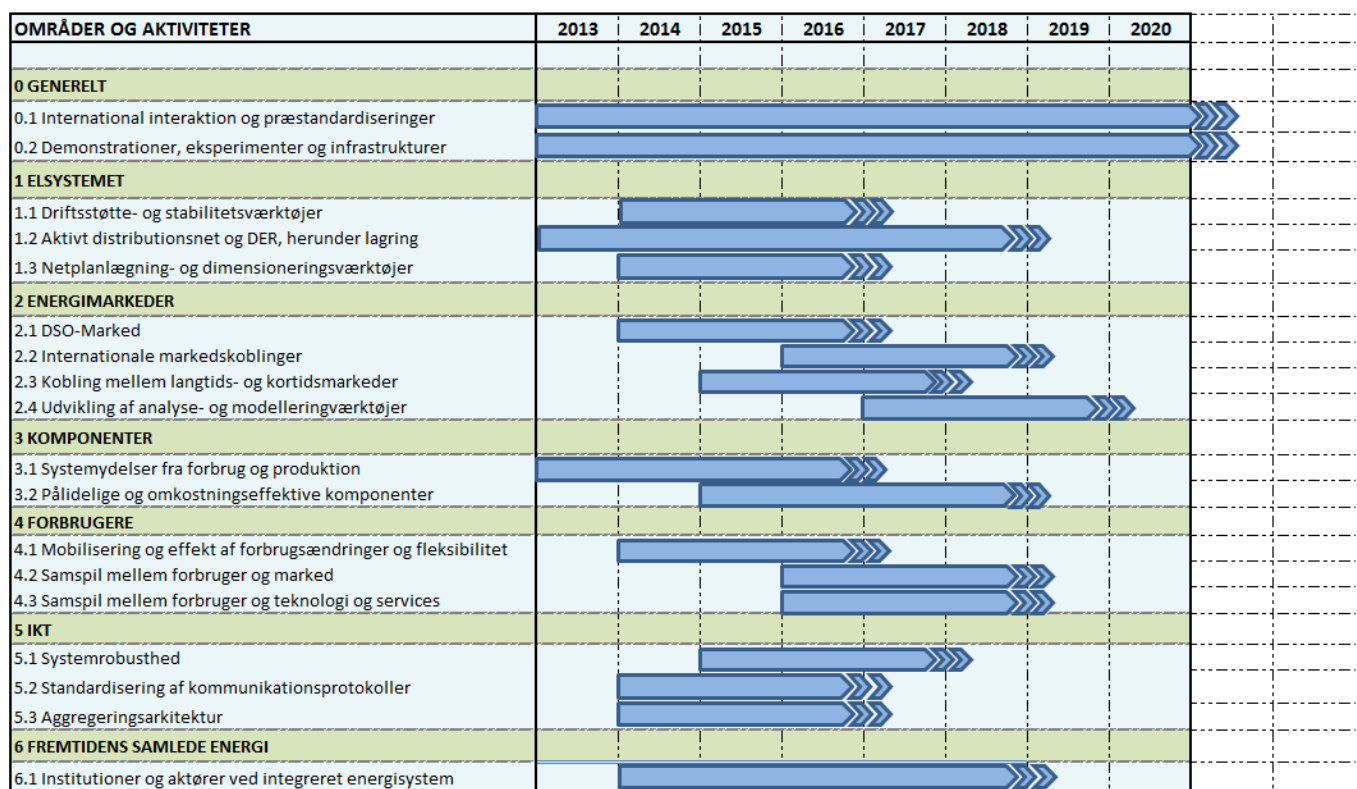
Synergieffekter/mulige eksport og beskæftigelseseffekter

Internationalt set er Danmark langt fremme med implementering af Smart Grid-løsninger. For at udnytte førerpositionen er det vigtigt at vise vi selv anvender teknologierne. Dette understøtter behovet for demonstrationssites, der både kan vise enkelt teknologier i anvendelse, men ikke mindst hele systemtankegangen, hvor Danmark har sin væsentligste styrke.

KAPITEL 8 ROADMAP FOR FORSKNING I OG UDVIKLING AF SMART GRID

Netværket har foretaget en tidsmæssig prioritering af de identificerede aktiviteter med fokus på forventede behov relateret til den nationale Smart Grid udrulning og særligt regeringens Energiplan.

Nedenstående figur er en aktivitetsskalender baseret på diskussioner og møder, hvor medlemmerne af Smart Grid Forskningsnetværket er blevet enige om relevante aktiviteter til hvert område. I denne figur er der først og fremmest blevet fokuseret på aktiviteter i perioden fra 2013-2020.



Ovenstående figur bør ikke fortolkes som et fuldstændigt billede af situationen, men som et kortsigtet blik på aktiviteter på de forskellige områder. Forskningsnetværket anbefaler yderligere analyser for at give et mere langsigtet perspektiv.

BILAG A

Igangværende FUD-aktiviteter i Danmark

De største og mest markante enkelt-aktiviteter omfatter:

- iPower, som samler en meget stor andel af de danske aktører inden for Smart Grid, og hvor flere teknologier inden for elsystemet er under udvikling, især i relation til Smart Grid arkitekturer, aggregering, aktive distributionsnet og DSO-markedsløsninger.
- EcoGrid EU, som omfatter Europas største Smart Grid demonstrationsprojekt støttet af EU. Teknologier inden for elmarked, aktive distributionsnet og forbrugeradfærd bliver udviklet og afprøvet.
- Øvrige Bornholm-aktiviteter, som omfatter et sæt af projekter, som udvikler og demonstrerer forskellige løsninger inden for Smart Grid, inklusive systemintegration af elbiler, solceller og varmepumper, micro grid løsninger, systemydelse fra smart energiforbrug, intelligent styring af vindmøller mv.
- Smart City Kalundborg, hvor der i stor skala skal implementeres en åben platform, hvor forskellige leverandører kan tilbyde løsninger i indbyrdes fri konkurrence.
- Celle controller projektet, hvor avancerede styringskoncepter for fremtidens aktive distributionsnet er demonstreret.
- PowerLabDK, som er en verdens-ledende eksperimental platform for udvikling af fremtidens Smart Grid. Platformen rummer faciliteter på 4 forskellige lokaliteter (Lyngby, Roskilde, Ballerup og Bornholm) og tilbyder internationalt unikke muligheder for udvikling af fremtidens teknologier.

BILAG B

NOTAT: Hvorfra kan danske Smart Grid projekter opnå offentlig støtte?

NOTER

¹ Technology Roadmap Smart Grids, OECD/IEA, 2011, URL: www.iea.org. Tilgået oktober 2012.

² Datahub, Energinet.dk, URL: energinet.dk/DA/EI/Datahub/Sider/Datahub.aspx. Tilgået oktober 2012.

³ Final report of the CEN/CENELEC/ETSI Joint Working Group on Standards for Smart Grids. May 2011.

⁴ Final report of the CEN/CENELEC/ETSI Joint Working Group on Standards for Smart Grids. May 2011.

⁵ The European Electricity Grid Initiative (EEGI): a joint TSO-DSO contribution to the European Industrial Initiative (EII) on Electricity Networks. Public version. September 2009.

⁶ Anticipates and Responds to System Disturbances (Self-Heals). National Energy Technology Laboratory. U.S. Department of Energy. September 2010.

⁷ Kortlægning af den danske elbranches Smart Grid FUD-indsats. Energinet.dk og Danskenergi. Januar 2011.

Til Ministerens Smart Grid Netværk
- G3: Forskning, udvikling og demonstration

22. februar 2011
JMJ/jmj

Hvorfra kan danske Smart Grid projekter opnå offentlig støtte?

I G3 under Ministerens Smart Grid Netværk er der identificeret et behov for at få et overblik over de energiforskningsprogrammer, der har mulighed for at støtte forsknings, udviklings- og demonstrations- (FUD-) aktiviteter inden for området Smart Grid.

Notatet tager primært udgangspunkt i de nationale støtteprogrammer, men kommer også kort ind på de internationale muligheder.

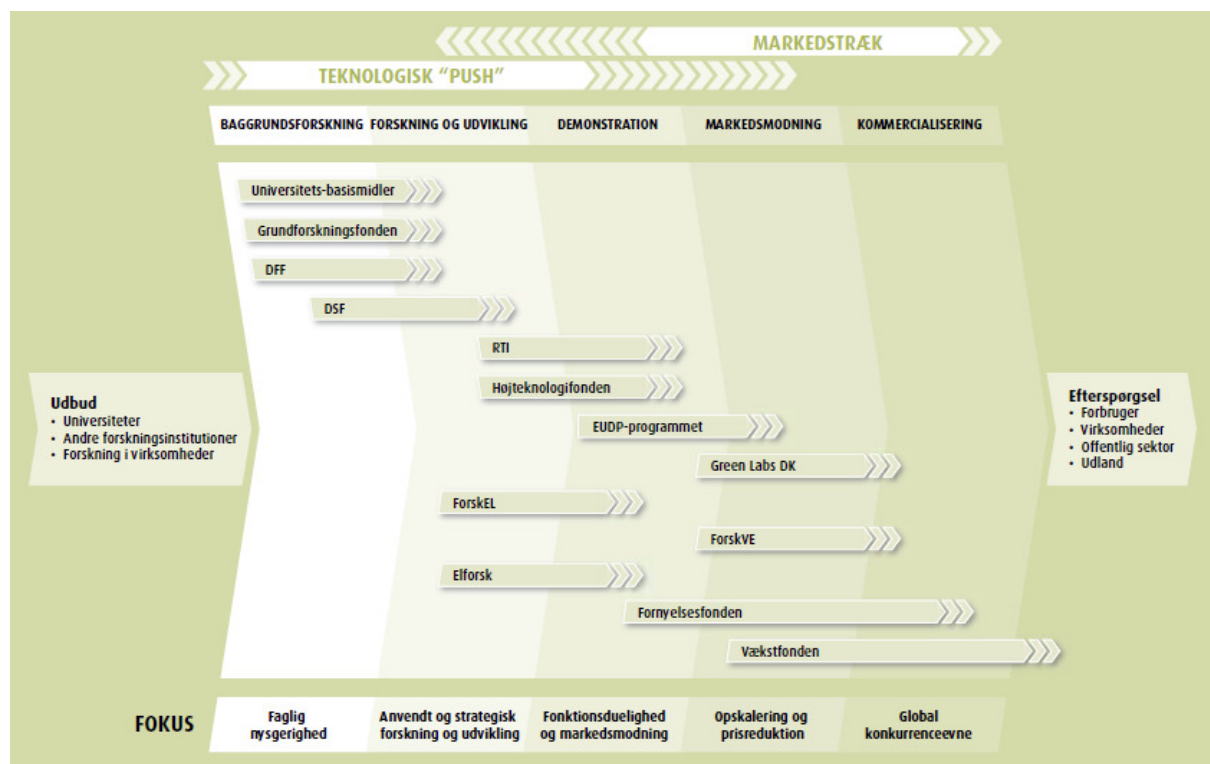
Den danske værdikæde af energiforskningsprogrammer

Gennem de senere år har de programmer og fonde, der bevilger støtte til strategisk energiforskning og -teknologiuudvikling haft et tæt samarbejde. Dette betyder, at hvert program har sin egen profil med en veldefineret placering i energiteknologiernes samlede udviklingskæde (Figur 1).

Denne fordeling af programmernes ansvarsområder har stor værdi både inden for enkeltteknologier som fx vindmøller og hele systemtankegange som fx Smart Grid. Bl.a. sikrer det målrettede samarbejde, at hele kæden fra forskning til konkret anvendelse er dækket og derved skabes muligheden for vækst med muligheden for eksport til følge.

Nedenfor beskrives kort de danske programmer og fonde, der har det tætteste samarbejde inden for hele energiforskningsområdet:

DSF: Det Strategiske Forskningsråds programkomite for bæredygtig energi og miljø under Forsknings og Innovationsstyrelsen (FI) skal igangsætte grundlagsskabende forskning af stor strategisk betydning inden for fremtidens energiteknologier og -systemer.



Figur 1. Energiprogrammernes placering i udviklingskæden. Kilde: "Energi 2010".

ForskEL: Hører under Energinet.dk og støtter anvendelsesorienteret forskning i miljøvenlige elproduktionsteknologier og intelligente energisystemer. Finansieres af PSO-midler, der trækkes over elforbrugernes regning.

ForskVE: Hører under Energinet.dk og støtter udbredelse af VE-teknologier (pt. kun biomasseforgasning, bølgekraft og solceller) i form af direkte driftsstøtte i de første kritiske år af demonstrationsanlæg. Finansieres af PSO-midler i 2008-2011. Afventer politisk beslutning om fortsættelse.

Elforsk: Under Dansk Energi er et meget anvendelsesorienteret F&U-program, der støtter projekter inden for effektiv elanvendelse, fx byggematerialer, køling, ventilation og støberiprocesser. Finansieres af PSO-midler.

EUDP: Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram under Energi-styrelsen. Støtter via finansloven demonstration af ny (klimavenlig) energiteknologi, der realiserer Danmarks erhvervspotentialer på energiområdet.

Højteknologifonden: Er et uafhængigt organ inden for den statslige forvaltning. Støtter også andre sektorer end energi og overlader initiativet til nye projekter til de universiteter og virksomheder, der i fællesskab ønsker at skabe værdi for samfundet.

Andre væsentlige aktører, der kan have relevans for Smart Grid området er de relativt nye ordninger:

Infrastrukturpulje II: Under FI. Skal sikre opbygningen af nationale forskningsinfrastrukturer på tværs af de enkelte forskningsinstitutioner. Udmøntning sker på baggrund af den danske roadmap for forskningsinfrastruktur.

Green Labs DK: Administreres af Energistyrelsen. Investerer i test og laboratoriefaciliteter, der gør det muligt at få afprøvet nye klimateknologier i stor skala.

Fornyelsesfonden: Med sekretariatsbistand fra Erhverv- og Byggestyrelsen støttes virksomheders forretningsmuligheder inden for grøn vækst og velfærd. Ca. 40-50 % forventes uddelt indenfor energi- og klima.

Danske støttemidler til energiområdet

Program	2010	2011
DSF	308	266
ForskEL	130	130
ForskVE	25	*
Elforsk	25	25
EUDP	412	397
Højteknologifonden	140	162
Infrastrukturpulje II	120	120
Green Labs DK	60	70
Fornyelsesfonden	101**	101**
Total mio. kr.	1.321	1.271

* Programmet afventer politisk beslutning om evt. fortsættelse

** Totalt 760 mio. kr. i 2010-2012, hvoraf 40 % forventes bevilget til energiområdet.

Internationale støttemuligheder

Nordisk Energiforskning: De nordiske lande finansierer sammen Nordisk Energiforskning, der har sekretariat i Oslo.

Nordisk Topforskningsinitiativ (TFI): Fremme af nordisk topforskning i samarbejde med erhvervslivet inden for energi, klima og miljø. Nordisk Energiforskning udgør sammen med NordForsk og NICE sekretariatet for TFI.

EU's Rammeprogram for forskning: Det 7. rammeprogram (2007-2013) yder tilskud til energiforskning mv. Det 8. rammeprogram bliver sandsynligvis fremskyndet idet behovet for støtte til bl.a. energiområdet er højt på den politiske dagsordenen.

EU's Intelligent Energi – Europa: EU's rammeprogram for konkurrence og innovation (CIP) "Intelligent Energi – Europa II" kan give tilskud til forbedring af markedsbetingelserne for vedvarende energi og energibesparelser. De regionale midler under EU's strukturfond kan yde tilskud til støtte til demonstrationsaktiviteter mv.

Er der gaps på programniveau?

Værdikæden for det samlede elsystem kan deles op i følgende fem bestanddele:

- Produktion
- Systemansvar
- Distribution
- Distribuerede energi ressourcer (DER)
- Slutbrugere/prosumers (forbrugere der også producerer og leverer el til nettet)

Dertil kommer tre tværgående kategorier, der vedrører flere af elsystemets bestanddele:

- Net og styring
- Kommunikation
- Markeder

FUD inden for de enkelte bestanddele af elnettet og/eller tværgående kategorier er i princippet dækket af energiforskningsprogrammerne og deres indbyrdes placering i udviklingskæden (Figur 1).

Men idet Smart Grid er et system, der i yderste konsekvens påvirker alle brugere af elsystemet, kræves der samspil og bidrag fra mange aktører. Derudover er demonstrationsprojekter typisk dyrere end F&U-projekter. Samlet set betyder det, at demonstrationer af større Smart Grid projekter kræver betydelige støttebeløb.

Med det politiske ønske om øget vækst og eksport inden for energiområdet, er det meget vigtigt at kunne fremvise og demonstrere de danske teknologier, processer, systemer etc.

Derfor bør programmer, som har mulighed for at støtte større satsninger, også give bevillinger inden for elområdet. Man skal dog sikre, at bevillingerne ikke spredes ud over for mange aktiviteter, men støtter op om eksisterende og allerede planlagte testfaciliteter/-miljøer.

Referencer

Energi 2010. Årsrapport om de danske energiforskningsprogrammer.